

October 9, 2008

DECLARATION

The undersigned, Dana Scruggs, having an office at 8902B Otis Avenue, Suite 204B, Indianapolis, Indiana 46216, hereby states that she is well acquainted with both the English and German languages and that the attached is a true translation to the best of her knowledge and ability of DE 10 2004 011 809.4 filed on March 11, 2004. The undersigned further declares that the above statement is true; and further, that this statement was made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or document or any patent resulting therefrom.

A handwritten signature in black ink, reading "Dana Scruggs", with a long horizontal flourish extending to the right.

Dana Scruggs

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY



Certificate of Priority of Submission of a Patent Application

File no.: 10 2004 011 809.4
Application date: March 11, 2004
Applicant/Owner: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE
Title: Magnetic Sensor System
IPC: G 01 R, G 01 D, G 01 P

The attached pages are a correct and exact reproduction of the original documents of this patent application.

Munich, October 28, 2004
German Patent and Trademark Office
The President
by proxy

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Schäfer', written over a diagonal line that extends from the bottom left towards the top right.

Schäfer

MAGNETIC SENSOR SYSTEM

Background Information

The present invention relates to a magnetic sensor system, in particular for sensing the motion of elements moved in a linear or rotary manner, according to the generic features of the main claim.

It is known per se that sensors that are sensitive to magnetic fields are used in many applications where contactless detection of motion is desired. The motion can be rotary or linear. A distinction must be made here between two fundamentally different measurement principles. In one case, one or more magnetic dipoles are mounted, as the active elements, on the element to be detected, and the motion is determined directly via the magnetic field, which changes with respect to time, at the point where the sensor is located. In contrast, with passive transmitter elements, which are made of a soft-magnetic material, the magnetic field is produced by a working magnet that is permanently connected with the sensor. The sensor measures the change in the magnetic field of the working magnet caused by the motion of the transmitter elements.

In addition to Hall technology, known per se, for measuring magnetic fields, "XMR" technologies, i.e., magnetoresistive measurement principles, are also finding increasing use, as an alternative, with passive transmitter elements in automotive applications. It should be noted that, unlike Hall sensors, XMR sensors detect the "in-plane" component of the magnetic field in the sensor element. For this purpose, previously common XMR sensors use a working magnet, the field of which must be adjusted such that the offset at the location of the sensitive element is zero, or a "backbias" field will be produced that defines the working point of the sensor.

For example, a concept is described in DE 101 28 135 A1 with which a hard-magnetic layer is deposited in the vicinity of, i.e., in particular on and/or under, a magnetoresistive layer stack. This hard-magnetic layer is then coupled – primarily via its stray field – with the magnetoresistive layers, thereby producing a "bias" magnetic field which acts as the

magnetic field offset, so that, even when an external magnetic field superimposed on the internal magnetic field is varied even slightly, an easily measured and relatively great change in the actual measured value is obtainable, the measured value being detected as a change in resistance in the layer stack.

The sensors described above are often utilized in a “gradiometer” system in a manner known per se to measure rotational speed. This means that two branches of a Wheatstone bridge are separated by a specified distance, so that a homogenous magnetic field does not induce a bridge signal. In contrast, a variation of the magnetic field in the region of the predetermined distance produces a bridge signal. The sensor therefore only measures the signal from a magnetic rotor, the distance between the pairs of poles of which approximately corresponds to the predetermined gradiometer separation.

Unlike the use of XMR elements, which perform absolute measurements, the application of the gradiometer principle in a magnetoresistive XMR measurement bridge results in a reduction of the sensitivity of the sensors to homogeneous interference fields. An alignment of the magnets used previously, which was carried out so that the offset can be eliminated at both locations of the sensor elements of the gradiometer system, cannot be carried out in this case, however; although electronic alignment is possible, in principle, a relatively small signal is obtained here with a large offset.

Advantages of the Invention

As a refinement of a magnetic sensor system of the type described initially, the magnetic sensor system according to the present invention has two sensor elements in a gradiometer system, each of which is assigned to one of two permanent magnets having a predetermined separation. In terms of their dimensions, separation and positions relative to the sensor elements, the permanent magnets are located such that the offset of the output signal of the sensor elements is minimized in the gradiometer system.

With the present invention, therefore, the design of a magnetic circuit that produces a working field for a sensor that operates using the gradiometer principle, i.e., by detecting a field gradient, is optimized and therefore enables offset-free operation of the sensor when the magnetic field is varied by mobile transmitter elements, in particular toothed wheels. To this end, the magnetic circuit was created using two individual magnets, the fields of which overlap such that the "in-plane" components of the resultant magnetic field at the gradiometer positions are reduced to the extent that they vary around the zero position due to the influence of the passive transmitter elements. As a result, very small signals can be detected without offset.

This is advantageous, in particular, with highly sensitive magnetoresistive XMR sensors that are designed to cover a large working range, i.e., very large to very small field strengths, without any offset correction, if possible.

With an advantageous embodiment, homogenization plates are located between the sensor elements and the permanent magnets. The field is therefore homogenized in the plane of the sensor elements, and the level of positioning accuracy required of the sensor elements relative to the pair of magnets for offset-free operation is reduced.

It is also advantageous when, according to a further embodiment, the magnetization of each of the permanent magnets is rotated by a specified angle α relative to their longitudinal direction facing the sensor elements.

Due to this pre-magnetization resulting from the tilted position of the field, the sensor elements are located in a magnetic field in which the sensitivity is a maximum due to a "bias" field. An arrangement of the homogenization plates mentioned above is also advantageously possible in this case.

Particularly advantageously, the present invention can be used with a magnetic sensor system for detecting the angle of rotation of a wheel serving as a transmitter element, the wheel, e.g., a steel wheel, being provided, on its circumference, with teeth for influencing the magnetic field in the region of the magnetic sensor system. Applications in an automobile, in particular, include use as a rotational speed sensor on the wheel or crankshaft, a phase sensor on the camshaft, a rotational speed sensor in the

transmission or as any other type of linear displacement, angular or proximity sensor with which changes in the magnetic field are induced by mobile metallic elements.

Drawing

Exemplary embodiments of the present invention are explained with reference to the drawing.

- Figure 1 Shows a schematic illustration of a magnetic sensor system with two permanent magnets, each of which is diametrically opposed to a magnetoresistive sensor element in a gradiometer system,
- Figure 2 Shows a system that is refined relative to Figure 1, with homogenization plates,
- Figure 3 Shows an exemplary embodiment of a magnetic sensor system with two permanent magnets which, in contrast to Figure 1, have a magnetic field positioned at an angle,
- Figure 4 Shows an exemplary embodiment according to Figure 3 with homogenization plates according to Figure 2,
- Figure 5 Shows a view of a magnetic sensor system for a transmitter wheel provided with steel teeth, and
- Figure 6 Shows a diagram of the course of the magnetic field as a function of the position of a tooth or a tooth space on a transmitter wheel according to Figure 5.

Detailed Description of the Exemplary Embodiments

Figure 1 shows a schematic illustration of a magnetic sensor system 1 that includes two permanent magnets 2 and 3, the respective magnetic fields B of which are oriented with

lines of flux shown in this illustration in the direction toward a sensor 4. In this case, sensor 4 is designed as an XMR sensor and has two magnetoresistive sensor elements 5 and 6. Sensor elements 5 and 6 are shown in a gradiometer system with gradiometer separation GM; they detect the changes in the particular field gradient caused, e.g., by a metallic transmitter element, e.g., a toothed wheel shown in Figure 5, that passes by magnetic sensor system 1.

The optimum working point of sensor 4 is adjusted via distance a between magnets 2 and 3 and can be adapted to the gradiometer separation GM of sensor elements 5 and 6. Furthermore, the courses of the lines of flux depend on the dimensions h , b and t of permanent magnets 2 and 3. Given a fixed gradiometer separation GM, e.g., 2.5 mm, the size, material and arrangement, for example, of permanent magnets 2 and 3 can be determined in this case such that sensor 4 functions in an offset-free manner and can therefore detect the smallest possible signals in order to obtain the greatest possible distance away from a transmitter element.

In the absence of a transmitter element, e.g., a toothed wheel, that is moved past externally, the magnetic lines of flux of magnetic sensor system 1 extend such that a small "in-plane" component toward the outside exists at the location of sensor elements 5 and 6. The use, e.g., of a mobile toothed wheel, causes the magnetic field to vary, the "in-plane" components being modulated around the zero position, so that an offset-free signal is produced by the gradiometer system.

An exemplary embodiment is shown in Figure 2, with which, in contrast to the exemplary embodiment in Figure 1, a homogenization plate 7 is provided between the surfaces of permanent magnets 2 and 3 and sensor 4. With this exemplary embodiment, the field is homogenized in the plane of sensor 4 using homogenization plate 7, therefore reducing the level of positioning accuracy required of sensor 4 relative to the pair of magnets 2, 4 to ensure offset-free operation.

With some of the exemplary embodiments that include magnetoresistive XMR sensor elements 5 and 6 described above, the sensor elements require constant pre-magnetization. As a result of this pre-magnetization, sensor elements 5 and 6 are

located in a magnetic field in which the sensitivity is a maximum. This “bias” field is realized with the exemplary embodiments shown in Figures 3 and 4.

As shown in Figures 3 and 4, this is realized by rotating magnetization B in permanent magnets 2 and 3 by angle α . In this case, therefore, as described above, two design variations without (Figure 3) and with improved adjustment using a homogenization plate 7 (Figure 4) are realized.

A section of a model is shown in Figure 5, with which magnetic sensor system 1 according to the present invention, e.g., according to Figure 1, is used in combination with a transmitter wheel 8 equipped with teeth 9. A measured result is shown in a diagram in Figure 6 as an example. The “in-plane” component of magnetic field B_x is plotted against the gradiometer position relative to the center of sensor 4, for a tooth 9 (graph 10) and a tooth space (graph 11).

Given a specified test set-up with a gradiometer separation GM of 2.5 mm, it is clear in this case that the course of magnetic field B_x at sensor element position 1.25 mm is symmetrical about the zero position for the two simulated positions of the transmitter wheel 8 (tooth 9, graph 10) and space (graph 11), i.e., the signal of the respective sensor element 5, 6 is offset-free.

What is claimed is:

1) A magnetic sensor system with

- sensor elements (5, 6) that are sensitive to magnetic fields, the electrical properties of said sensor elements being modifiable according to a magnetic field that can be influenced by a mobile, passive transmitter element (8),
wherein
- the magnetic sensor system (1) has two sensor elements (5, 6) in a gradiometer system, each of which is assigned to one of two permanent magnets (2, 3) having a predetermined separation (a).
- in terms of their dimensions, separation and position relative to the sensor elements (5, 6), the permanent magnets (2, 3) are located such that the offset of the output signal of the sensor elements (5, 6) in the gradiometer system is minimized.

2) The magnetic sensor system as recited in Claim 1,
wherein,

- at least one homogenizing plate (7) is located between the sensor elements (5, 6) and the permanent magnets (2, 3).

3) The magnetic sensor system as recited in Claim 1 or 2,
wherein,

- the magnetization of each of the permanent magnets (2, 3) is rotated by a specified angle (α) relative to their longitudinal direction facing the sensor elements (5, 6).

4) The magnetic sensor system as recited in one of the preceding Claims,
wherein,

- the magnetic sensor system (1) is used to detect the angle of rotation of a wheel (8) serving as a transmitter element, the wheel (8) being equipped, on its circumference, with teeth (9) for influencing the magnetic field in the region of the magnetic sensor system (1).

5) The magnetic sensor system as recited in Claim 4,

wherein,

- the wheel (8) is a steel wheel.

6) The magnetic sensor system as recited in one of the preceding Claims,
wherein,

- the sensor elements (5, 6) are magnetoresistive XMR sensors.

Abstract

A magnetic sensor system (1) is provided that contains sensor elements (5, 6) that are sensitive to magnetic fields, the electrical properties of said sensor elements being modifiable according to a magnetic field that can be influenced by a mobile, passive transmitter element (8). The magnetic sensor system (1) includes two sensor elements (5, 6) in a gradiometer system, each of which is assigned to one of two permanent magnets (2, 3) having a predetermined separation. In terms of their dimensions, separation and position relative to the sensor elements (5, 6), the permanent magnets (2, 3) are located such that the offset of the output signal of the sensor elements (5, 6) is minimized in the gradiometer system.

(Figure 1)

11 JAN. 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 011 809.4

Anmeldetag: 11. März 2004


Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Magnetsensoranordnung

IPC: G 01 R, G 01 D, G 01 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Schäfer

R.307503

Magnetsensoranordnung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Magnetsensoranordnung, insbesondere zur Sensierung der Bewegung von linear oder rotatorisch bewegten Elementen, nach den gattungsgemäßen Merkmalen des Hauptanspruchs.

Es ist an sich bekannt, dass magnetfeldempfindliche Sensoren in vielen Bereichen Anwendung finden, bei denen eine berührungsfreie Detektierung einer Bewegung gewünscht ist. Dabei kann es sich sowohl um eine Rotationsbewegung als auch eine Linearbewegung handeln. Zu unterscheiden sind hier zwei grundlegend verschiedene Messprinzipien. Zum einen lässt sich durch Anbringen eines oder mehrerer magnetischer Dipole als aktive Elemente auf dem zu detektierenden Element die Bewegung direkt durch das sich zeitlich ändernde Magnetfeld am Sensorort bestimmen. Im Gegensatz dazu wird bei passiven Geberelementen, die aus einem weichmagnetischen Material bestehen, das magnetische Feld durch einen Arbeitsmagneten erzeugt, der fest mit dem Sensor verbunden ist. Der Sensor misst die Änderung des Magnetfeldes des Arbeitsmagneten, die durch die Bewegung der Geberelemente hervorgerufen wird.

Neben der an sich bekannten Hall-Technologie zur Magnetfeldmessung werden vermehrt auch bei passiven Geberelementen im Kraftfahrzeugbereich alternativ sog. XMR-Technologien, d.h. magnetoresistive Messprinzipien, eingesetzt. Dabei ist zu beachten, dass XMR-Sensoren im Gegensatz zu Hall-Sensoren die sog. "in-plane"-Komponente des Magnetfeldes im Sensorelement detektieren. Bisher übliche XMR-Sensoren verwenden dazu einen Arbeitsmagneten, dessen Feld so abgeglichen werden muss, dass der Offset am Ort des sensitiven Elementes Null ist oder es wird ein sog. Backbias-Feld erzeugt, das den Arbeitspunkt des Sensors definiert.

Beispielsweise ist in der DE 101 28 135 A1 ein Konzept beschrieben, bei dem eine hartmagnetische Schicht in der Nähe, d.h. insbesondere auf und/oder unter einem magnetoresistiven Schichtstapel, deponiert wird. Diese hartmagnetische Schicht koppelt dann vorwiegend durch ihr Streufeld an die magnetosensitiven Schichten und erzeugt dabei ein sogenanntes Bias-Magnetfeld, das als Magnetfeld-Offset wirkt, so dass auch bei einer nur schwachen Variation eines dem internen Magnetfeld überlagerten externen Magnetfelds eine gut messbare und relativ große Veränderung des eigentlichen Messwertes, der als Widerstandsänderung in der Schichtanordnung detektiert wird, erreichbar ist.

Die zuvor beschriebenen Sensoren werden in an sich bekannter Weise zur Drehzahlerfassung, beispielsweise in der Kraftfahrzeugtechnik, oft in einer sogenannten Gradiometeranordnung ausgeführt. Das heißt je zwei Zweige einer Wheatstoneschen Messbrücke sind in vorgegebenem Abstand angeordnet, so dass ein homogenes Magnetfeld kein Brückensignal bewirkt. Eine Variation des Magnetfelds im Bereich des vorgegebenen Abstands hingegen erzeugt ein Brückensignal. Damit misst der Sensor nur das Signal ei-

nes magnetischen Polrads, dessen Polpaarabstand in etwa dem vorgegebenen Gradiometerabstand entspricht.

Durch den Einsatz des Gradiometerprinzips in einer magnetoresistiven XMR-Messbrücke lässt sich im Gegensatz zu den absolut messenden XMR-Elementen eine Reduzierung der Empfindlichkeit der Sensoren gegenüber homogenen Störfeldern erreichen. Ein Abgleich der bisher eingesetzten Magnete, so dass an beiden Orten der Sensorelemente der Gradiometeranordnung der Offset eliminiert werden kann, lässt sich hier jedoch nicht mehr durchführen; ein elektronischer Abgleich ist zwar prinzipiell möglich, aber hier ist ein relativ kleines Signal auf großem Offset vorhanden.

Vorteile der Erfindung

Bei einer Weiterbildung einer Magnetsensoranordnung der eingangs angegebenen Art, weist die Magnetsensoranordnung erfindungsgemäß zwei Sensorelemente in einer Gradiometeranordnung auf, die jeweils einem von zwei in einem vorgegebenen Abstand angeordneten Permanentmagneten zugeordnet sind. Die Permanentmagnete sind in vorteilhafter Weise hinsichtlich ihrer Abmaße, ihres Abstandes und ihrer Positionen zu den Sensorelementen so angeordnet, dass der Offset des Ausgangssignals der Sensorelemente in der Gradiometeranordnung minimiert ist.

Mit der Erfindung wird somit erreicht, dass die Auslegung eines Magnetkreises, der ein Arbeitsfeld für einen auf dem Gradiometerprinzip, d.h. mit einer Erfassung des Feldgradienten arbeitenden Sensors erzeugt, optimiert ist und somit einen offsetfreien Betrieb des Sensors bei Variation des magnetischen Feldes durch sich bewegendes Gebirgsreliefelemente, insbesondere Zahnräder, ermöglicht. Dazu

wurde der Magnetkreis aus zwei Einzelmagneten zusammengesetzt, deren Felder sich so überlagern, dass die sog. "in-plane"-Komponenten des resultierenden magnetischen Feldes an den Gradiometerpositionen soweit reduziert werden, dass sie durch den Einfluss der passiven Geberemente um die Nulllage variieren. Somit können sehr kleine Signale offsetfrei detektiert werden.

Dies ist besonders bei sehr empfindlichen magnetoresistiven XMR-Sensoren von Vorteil, die möglichst ohne eine Offset-Korrektur einen großen Arbeitsbereich, d.h. sehr große bis sehr kleine Feldstärken, abdecken sollen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform sind zwischen den Sensorelementen und den Permanentmagneten Homogenisierungsplatten angeordnet. Damit wird das Feld in der Ebene der Sensorelemente homogenisiert und die notwendige Positioniergenauigkeit der Sensorelemente gegenüber dem Magnetpaar zum offsetfreien Betrieb reduziert.

Vorteilhaft ist es außerdem, wenn gemäß einer weiteren Ausführungsform die Magnetisierung der Permanentmagneten abweichend von ihrer den Sensorelementen zugewandten Längsrichtung jeweils um einen vorgegebenen Winkel α gedreht ist.

Durch diese, durch die Schräglage des Feldes bedingte Vormagnetisierung wird erreicht, dass sich die Sensorelemente in einem Magnetfeld befinden, bei dem die Sensitivität durch ein sog. Bias-Feld maximal ist. Auch hierbei ist eine Anordnung von den zuvor erwähnten Homogenisierungsplatten in vorteilhafter Weise möglich.

Besonders vorteilhaft lässt sich die Erfindung bei einer Magnetsensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels eines Rades als Geberement einsetzen, wobei das Rad, z.B. als Stahlrad, an seinem Umfang mit Zähnen zur Beeinflussung des Magnetfeldes im Bereich der Magnetsensoranordnung

versehen ist. Insbesondere bei einer Anwendung in einem Kraftfahrzeug ergeben sich Einsatzgebiete als Drehzahlfühler am Rad oder an der Kurbelwelle, als Phasengeber an der Nockenwelle, als Drehzahlsensor im Getriebe oder als sonstige Linearweg-, Winkel- oder Näherungssensoren, bei denen die Magnetfeldänderungen durch bewegte metallische Elemente induziert werden.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Prinzipansicht einer Magnetsensoranordnung mit zwei Permanentmagneten, die jeweils einem magnetoresistiven Sensorelement in einer Gradiometeranordnung gegenüberliegen,

Figur 2 eine gegenüber der Figur 1 erweiterte Anordnung mit Homogenisierungsplatten,

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel einer Magnetsensoranordnung mit zwei Permanentmagneten, die in Abwandlung zur Figur 1 ein abgewinkelt liegendes Magnetfeld aufweisen,

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel nach der Figur 3 mit Homogenisierungsplatten entsprechend der Figur 2,

Figur 5 eine Ansicht einer Magnetsensoranordnung für ein mit Stahlzähnen versehenes Geberrad und

Figur 6 ein Diagramm des Verlaufs des Magnetfeldes in Abhängigkeit von der Position eines Zahnes bzw. einer Zahnücke des Geberrades nach der Figur 5.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Prinzipansicht einer Magnetsensoranordnung 1 gezeigt, die zwei Permanentmagnete 2 und 3 aufweist, deren jeweiliges magnetisches Feld B mit hier angedeuteten Feldlinien in Richtung auf einen Sensor 4 ausgerichtet ist. Der Sensor 4 ist hier als XMR-Sensor ausgeführt und weist zwei magnetoresistive Sensorelemente 5 und 6 auf. Die Sensorelemente 5 und 6 sind in einer Gradiometeranordnung mit dem Gradiometerabstand GM dargestellt und erfassen die Änderungen des jeweiligen Feldgradienten, die z.B. durch ein metallisches Geberelement, z.B. ein in Figur 5 gezeigtes Zahnrad, das an der Magnetsensoranordnung 1 vorbeigeführt wird, verursacht wird.

Die Einstellung des optimalen Arbeitspunktes des Sensors 4 erfolgt über den Abstand a der Magnete 2 und 3 zueinander und kann an den Gradiometerabstand GM der Sensorelemente 5 und 6 angepasst werden. Weiterhin hängen die Feldlinienverläufe von den Abmaßen h, b und t der Permanentmagnete 2 und 3 ab. Für einen festen Gradiometerabstand GM, z.B. 2,5 mm, kann hier beispielsweise Größe, Material und Anordnung der Permanentmagnete 2 und 3 so bestimmt werden, dass der Sensor 4 offsetfrei arbeitet und somit möglichst kleine Signale detektieren kann um wiederum einen möglichst großen Abstand zu einem Geberelement zu erreichen.

Ohne ein außen vorbeigeführtes Geberelement, z.B. ein Zahnrad, verlaufen die magnetischen Feldlinien der Magnetsensoranordnung 1 so, dass am Ort der Sensorelemente 5 und 6 eine kleine sog. "in-plane"-Komponente nach außen existiert. Durch den Einsatz z.B. eines sich bewegenden Zahnrads kommt es zu einer Variation des Magnetfeldes, wobei die "in-plane"-Komponenten um die Nulllage moduliert werden und damit ein offsetfreies Signal der Gradiometeranordnung erzeugen.

Aus Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel zu entnehmen, bei dem in Abwandlung zu dem Ausführungsbeispiel nach der Figur 1 eine zusätzliche Homogenisierungsplatte 7 zwischen den Oberflächen der Permanentmagnete 2 und 3 und dem Sensor 4 angebracht ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird mit der Homogenisierungsplatte 7 das Feld in der Ebene des Sensors 4 homogenisiert und damit die notwendige Positioniergenauigkeit des Sensors 4 gegenüber dem Magnetpaar 2, 3 zum offsetfreien Betrieb reduziert.

Bei einigen Anwendungsbeispielen mit den zuvor beschriebenen magnetoresistiven XMR-Sensorelementen 5 und 6 benötigen die Sensorelemente eine konstante Vormagnetisierung. Durch diese Vormagnetisierung wird erreicht, dass sich die Sensorelemente 5 und 6 in einem Magnetfeld befinden, bei dem die Sensitivität maximal ist. Realisiert wird dieses sog. Bias-Feld jeweils mit einem aus Figur 3 und 4 zu entnehmenden Ausführungsbeispiel.

Wie in den Figuren 3 und 4 gezeigt, wird dies durch eine Drehung der Magnetisierung B in den Permanentmagneten 2 und 3 um den Winkel α realisiert. Dabei lassen sich auch hier, wie zuvor beschrieben, wiederum zwei Aufbauvarianten ohne (Figur 3) und mit einer Justageverbesserung durch eine Homogenisierungsplatte 7 (Figur 4) realisieren.

In Figur 5 ist ein Ausschnitt eines Modells dargestellt, bei dem die erfindungsgemäße Magnetsensoranordnung 1, beispielsweise nach der Figur 1, im Zusammenhang mit einem Geberrad 8, das mit Zähnen 9 versehen ist, angewendet wird. Als Beispiel ist in einem Diagramm nach Figur 6 ein Messergebnis dargestellt. Aufgetragen ist hier die sog. "in-plane"-Komponente des magnetischen Feldes B_x über der Gradiometerposition relativ zur Mitte des Sensors 4, je-

weils für einen Zahn 9 (Verlauf 10) und für eine Zahn-
lücke (Verlauf 11).

Es ist hier bei einem vorgegeben konstruktiven Ver-
suchsaufbau mit einem Gradiometerabstand GM von 2,5 mm zu
erkennen, dass der Verlauf des Magnetfeldes B_x an der
Sensorelementposition 1,25 mm für die zwei simulierten
Positionen des Geberrades 8 (Zahn 9, Verlauf 10) und Lü-
cke (Verlauf 11)) symmetrisch um die Nulllage erfolgt,
das heißt, dass das Signal des jeweiligen Sensorelementes
5,6 offsetfrei ist.

R.307503

Patentansprüche

1) Magnetsensoranordnung mit

- magnetfeldempfindlichen Sensorelementen (5,6) deren elektrische Eigenschaften in Abhängigkeit von einem Magnetfeld veränderbar sind, das durch ein bewegtes passives Geberelement (8) beeinflussbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Magnetsensoranordnung (1) zwei Sensorelemente (5,6) in einer Gradiometeranordnung aufweist, die jeweils einem von zwei in einem vorgegebenen Abstand (a) angeordneten Permanentmagneten (2,3) zugeordnet sind,
- wobei die Permanentmagnete (2,3) hinsichtlich ihrer Abmaße, ihres Abstandes und ihrer Positionen zu den Sensorelementen (5,6) so angeordnet sind, dass der Offset des Ausgangssignals der Sensorelemente (5,6) in der Gradiometeranordnung minimiert ist.

2) Magnetsensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- zwischen den Sensorelementen (5,6) und den Permanentmagneten (2,3) mindestens eine Homogenisierungsplatte (7) angeordnet ist.

3) Magnetsensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Magnetisierung der Permanentmagneten (2,3) abweichend von ihrer den Sensorelementen (5,6) zugewandten Längsrichtung jeweils um einen vorgegebenen Winkel (α) gedreht ist.

4) Magnetsensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Magnetsensoranordnung (1) zur Erfassung des Drehwinkels eines Rades (8) als Geberelement eingesetzt ist, wobei das Rad (8) an seinem Umfang mit Zähnen (9) zur Beeinflussung des Magnetfeldes im Bereich der Magnetsensoranordnung (1) versehen ist.

5) Magnetsensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Rad (8) ein Stahlrad ist.

6) Magnetsensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensorelemente (5,6) magnetoresistive XMR-Sensoren sind.

R.307503

Zusammenfassung

Es wird eine Magnetsensoranordnung (1) vorgeschlagen, bei der magnetfeldempfindliche Sensorelemente (5,6), deren elektrische Eigenschaften in Abhängigkeit von einem Magnetfeld veränderbar sind, durch ein bewegtes passives Geberelement (8) beeinflusst werden. Die Magnetsensoranordnung (1) weist zwei Sensorelemente (5,6) in einer Gradiometeranordnung auf, die jeweils einem von zwei in einem vorgegebenen Abstand angeordneten Permanentmagneten (2,3) zugeordnet sind. Die Permanentmagnete (2,3) sind hinsichtlich ihrer Abmaße, ihres Abstandes und ihrer Positionen zu den Sensorelementen (5,6) so angeordnet, dass der Offset des Ausgangssignals der Sensorelemente (5,6) in der Gradiometeranordnung minimiert ist.

(Figur 1)

Fig. 1

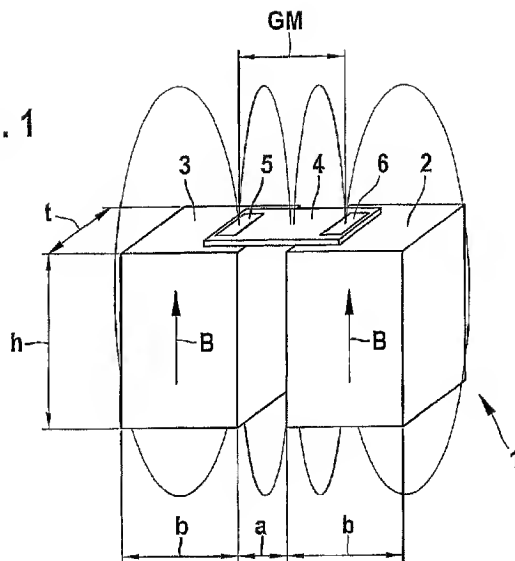


Fig. 2

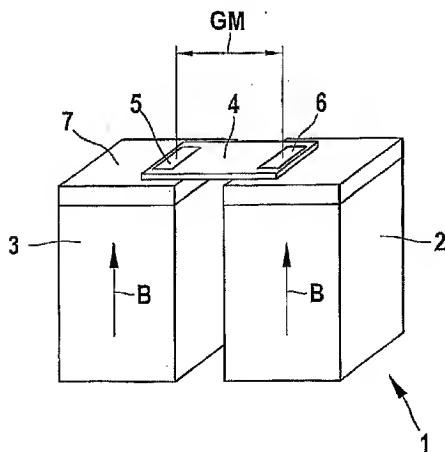


Fig. 3

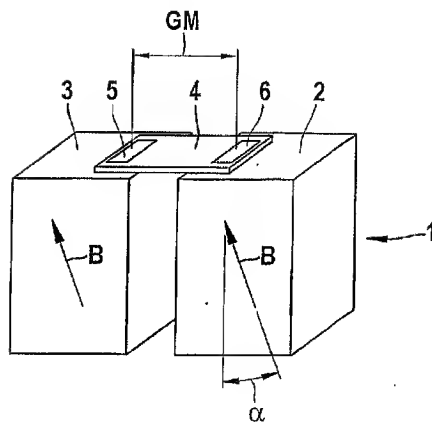


Fig. 4

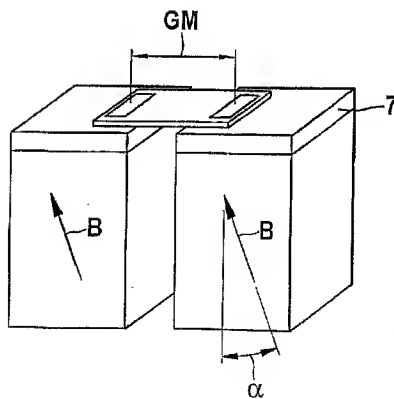


Fig. 5

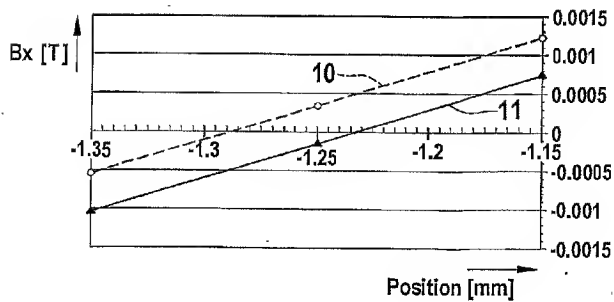
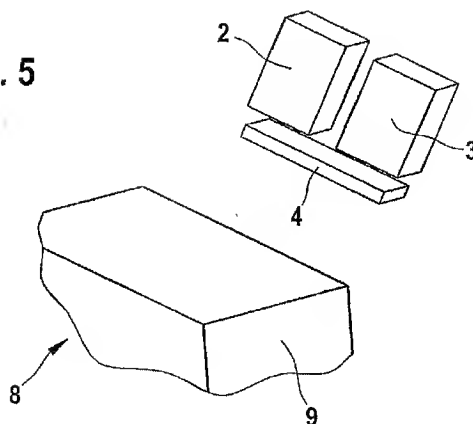


Fig. 6